

(translation of the front page of the priority document of
Japanese Patent Application No. 11-084660)



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the
following application as filed with this Office.

Date of Application: March 26, 1999

Application Number : Patent Application 11-084660

Applicant(s) : Mixed Reality Systems Laboratory Inc.

January 7, 2000

Commissioner,
Patent Office

Takahiko KONDO

Certification Number 11-3092139

2355.00114

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
AKIHIRO KATAYAMA) : Examiner: Unassigned
Application No.: Unassigned) : Group Art Unit: Unassigned
Filed: Concurrently Herewith) :
For: IMAGE PROCESSING METHOD) : February 9, 2000
AND APPARATUS, AND) :
STORAGE MEDIUM) :

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231



Am
5/15/00
#2

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the
International Convention and all rights to which he is
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following
Japanese Priority Application:

Japan 11-084660 March 26, 1999.

A certified copy of the priority document is
enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicant

Registration No. 36,570

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

BLK\cmv

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

10:551 U.S. PTO
09/500455
02/119/111

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 3 月 2 6 日

願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 0 8 4 6 6 0 号

願 人

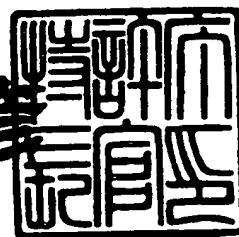
Applicant(s):

株式会社エム・アール・システム研究所

2 0 0 0 年 1 月 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 平 1 1 - 3 0 9 2 1 3 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 MR10107

【提出日】 平成11年 3月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/445

【発明の名称】 画像処理方法、その装置および記憶媒体

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花咲ビル 株式会社エム・アール・システム研究所内

【氏名】 片山 昭宏

【特許出願人】

【識別番号】 397024225

【氏名又は名称】 株式会社エム・アール・システム研究所

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100093908

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 研一

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100101306

【弁理士】

【氏名又は名称】 丸山 幸雄

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712688

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理方法、その装置および記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 量子化された空間情報が付加された画像情報を画素毎に記録した記録手段と、

サンプリングレートを設定する設定手段と、

前記設定手段により設定されたサンプリングレートに従って前記記録手段から画像情報を読み出して画像を再構成する再構成手段と、

前記再構成手段が、表示に必要な画像の解像度を下回る解像度で画像を再構成するときには、表示に必要な画像の解像度になるように空画素位置に画素を補間する補間手段とを具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記画像情報は光線空間理論により表現されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記設定手段は、

ユーザにより指定された仮想空間の移動速度に基づいてサンプリングレートを決定することを特徴とする請求項 1 乃至 2 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記設定手段は、

ユーザにより指定された仮想空間中の物体の操作速度に基づいてサンプリングレートを決定することを特徴とする請求項 1 乃至 2 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記補間手段はテクスチャマッピングにより空画素位置を補間することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 6】 仮想空間の移動速度を、マウスの移動速度を検出して決定することを特徴とする請求項 3 乃至 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 仮想空間中の物体の操作速度を、マウスの移動速度を検出して決定することを特徴とする請求項 3 乃至 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 量子化された空間情報が付加された画像情報を画素毎に記録した画像を再構成する画像処理方法であって、

サンプリングレートを設定する設定工程と、

前記設定工程において設定されたサンプリングレートに従って記録手段から画像情報を読み出して画像を再構成する再構成工程と、

前記再構成工程において、表示に必要な画像の解像度を下回る解像度で画像が再構成されるときには、表示に必要な画像の解像度になるように空画素位置に画素を補間する補間工程とを具備することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】 前記画像情報は光線空間理論により表現されることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 10】 前記設定工程は、

ユーザにより指定された仮想空間の移動速度に基づいてサンプリングレートを決定することを特徴とする請求項 8 乃至 9 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 11】 前記設定工程は、

ユーザにより指定された仮想空間中の物体の操作速度に基づいてサンプリングレートを決定することを特徴とする請求項 8 乃至 9 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 12】 前記補間工程はテクスチャマッピングにより空画素位置を補間することを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 13】 仮想空間の移動速度を、マウスの移動速度を検出して決定することを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理方法。

【請求項 14】 仮想空間中の物体の操作速度を、マウスの移動速度を検出して決定することを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理方法。

【請求項 15】 記録手段に光線空間データとして第 1 の解像度に従って記録された画像を再構成する画像処理方法であって、

再構成された画像の空間の移動速度を検出する工程と、

検出された空間の移動速度に応じて前記記録手段から読み出す光線空間データの第 2 の解像度を決定すると共に、この第 2 の解像度に従って前記記録手段から光線空間データを読み出す工程と、

前記第 2 の解像度への解像度の低下に応じた空画素位置に画素を補間する補間工程とを具備することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 16】 請求項 8 乃至 14 のいずれかに記載の方法をコンピュータにお

いて実施するコンピュータプログラムを記憶する記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば光線空間理論により表現された画像情報などのような、量子化された空間情報が付加された画像情報を画素毎に記録した画像を、仮想空間において再構成する画像処理装置及び方法に関し、特に、記録された画像情報から仮想空間において画像再構成する際に例えば空間移動を高速に移動すれば移動するほど解像度を低下させて描画フレームレートを確保することの改良に関する。

【0002】

【従来技術】

光線空間理論に基づいた仮想空間の記述に関する試みが提案されている。例えば、電子情報通信学会論文誌「CGモデルと光線空間データとの融合による仮想環境の実現」(D-11, Vol. J80-D-11 No. 11, pp3048-3057, 1997年11月)、または、「3次元統合画像通信を目指したホログラムと光線空間の相互変換」(3D Image Conference)などを参照。

【0003】

ここで、光線空間データの記録手法について説明する。

第1図に示すように実空間に座標系O-X-Y-Zを設置する。Z軸に垂直な基準面P($Z=z$)を通過する光線を、光線がPを横切る位置(x, y)と、光線の方角を示す変数 θ, ϕ で表すことにする。すなわち、1本の光線は(x, y, z, θ, ϕ)の5つの変数により一意に定められる。この光線の光強度を表す関数を f と定義すると、この空間中の光線群データは $f(x, y, z, \theta, \phi)$ で表現することが出来る。この5次元の空間を「光線空間」と呼ぶ。

【0004】

ここで、基準面Pを $z=0$ に設定し、光線の垂直方向の視差情報、すなわち ϕ 方向の自由度を省略すると、光線の自由度を(x, θ)の2次元に縮退させることができる。この $x-\theta$ 2次元空間は、光線空間の部分空間となる。そして、実空間中の点(X, Z)を通る光線(第2図)は、 $u = \tan \theta$ とおくと、 $x-u$ 空間上では、

第3図に示すように、

【0005】

[数1]

$$X = x + u \cdot Z$$

【0006】

という直線上に写像される。

カメラによる撮影とは、カメラのレンズ焦点を通過する光線を撮像面で受光し、その明るさや色を画像化する操作に相当する。言い換えると、焦点位置という実空間中の1点を通る光線群を画像として画素数分獲得していることになる。ここでは、 ϕ 方向の自由度を省略し、 X_Z 平面内のみでの光線の振舞いを考えているので、画像中の Y 軸との直交面と交わる線分上の画素のみを考えることになる。このように、画像の撮影によって1点を通る光線を集めることができ、1回の撮影で x_u 空間の1本の線分上のデータを獲得することができる。

【0007】

この撮影を視点位置を変え多数行くと、多数の点を通る光線群を獲得することができる。第4図のように N 台のカメラを用いて実空間を撮影すると、 n 番目（ $n = 1, 2, N$ ）のカメラ C_n の焦点位置（ X_n, Z_n ）に対応して、第5図のごとく、

【0008】

[数2]

$$x + Z_n u = X_n$$

の直線上のデータを入力することができる。このように、十分に多数の視点からの撮影を行うことによって、 x_u 空間を密にデータで埋めていくことができる。

【0009】

逆に、 x_u 空間のデータ（第6図）から、新しい任意の視点位置からの観察画像を生成することができる（第7図）。この図に示すように、目の形で表した新しい視点位置 $E(X, Z)$ からの観察画像は、 x_u 空間上の数式1の直線上のデータを x_u 空間から読み出すことによって生成できる。

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする問題点】

光線空間データの大きな特徴の1つには、光線空間データが1つ1つの画素毎に定義されていることである。即ち、1シーンのフレームデータはそのフレームの画素数分の光線空間データによって表現されることになる。従って、光線空間データのデータ量はシーンの複雑さに依存せずに、単に、シーンの大きさと解像度のみ、すなわち、生成すべきシーンの総画素数のみに演算量は依存する。通常のCGデータであれば、シーンが複雑になれば、ポリゴンの数を増やさなければその複雑さを表現できず、それにより演算量が増加するため、描画のパフォーマンスが低下するが、光線空間データの場合は、描画する画像の総画素数が一定であれば、シーンの複雑さによらず、描画パフォーマンスは一定となる。

【0 0 1 1】

このような光線空間データを用いて生成した仮想空間内をユーザがウォークスルーする場合を考える。この時ユーザにウォークスルーしているような感覚を与えるには、秒数十フレームの画像を生成し、提示する必要がある。

【0 0 1 2】

しかし、各フレーム中で光線空間データから再構成される画像の総画素数が多いと1フレームの描画に時間がかかり、描画フレームレートが移動速度に追従できない場合が発生する。

【0 0 1 3】

また、シーン中の物体をユーザが高速に操作（移動や回転など）した場合でも、その物体が光線空間データから生成・描画されたものである場合、物体の画素数が多いと、描画が間に合わなくなる。

【0 0 1 4】

本発明は、上記従来技術の問題点を解決するために提案されたもので、その目的は、光線空間データの如く、空間情報を画像情報が含むような画像データから画像を再構成する場合に、例えば空間を移動するときなどのように、解像度を低下させても問題ない場合には、サンプリングレートを低下させて、記録時の画像情報の解像度を下回る解像度で画像情報を読みとって画像を再構成することによ

り、高い描画フレームレートを確保した画像処理装置及び方法を提案することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

この課題を達成するための、本発明の画像処理装置は、
量子化された空間情報が付加された画像情報を画素毎に記録した記録手段と、
サンプリングレートを設定する設定手段と、
前記設定手段により設定されたサンプリングレートに従って前記記録手段から画像情報を読み出して画像を再構成する再構成手段と、
再構成手段が表示に必要な画像の解像度を下回る解像度で画像を再構成するときには、表示に必要な画像の解像度になるように画素を補間する補間手段とを具備することを特徴とする。

【0016】

サンプリングレートを例えば仮想空間の移動速度などに基づいて決定すると、そのサンプリングレートで画像情報が読み出されて画像が再構成されようとする。このレートは記録されたときの解像度を下回るものであることによって、画像再構成の際に要する時間は短縮化される。しかも、解像度の低下分は画素補間（例えばテクスチャマッピングなど）によって補われる。

【0017】

上記課題を達成するための他の構成になる本発明の方法は、
記録手段に光線空間データとして第1の解像度に従って記録された画像を再構成する画像処理方法であって、
再構成された画像の空間の移動速度を検出する工程と、
検出された空間の移動速度に応じて前記記録手段から読み出す光線空間データの第2の解像度を決定すると共に、この第2の解像度に従って前記記録手段から光線空間データを読み出す工程と、
前記第2の解像度への解像度の低下に応じた空画素位置に画素を補間する補間工程とを具備することを特徴とする。

【0018】

上記課題は、画像処理方法、あるいはこの方法を実現するプログラムを記憶する記憶媒体によっても達成される。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら、本発明を適用した画像処理装置及び画像処理方法を詳細に説明する。この画像処理装置及び画像処理方法は、仮想空間をウォークスルーするとき、あるいは、光線空間により表現された仮想空間中の物体を操作（移動や回転など）するときには、光線空間データの読取サンプリングレートを下げて解像度を下げることにより、空間移動速度に描画フレームレートを追従させ、一方、解像度が低下した分は、テクスチャマッピングにより、画素補間を行うというものである。

【0020】

第8図は、本実施形態における光線空間データの量子化を説明する。即ち、この実施形態の画像処理装置が扱う光線空間データは、主走査方向の画素数がNのCCDを有し、画角がwで、光軸とZ軸との交角が α であるカメラを用いて得た画像データであるとする。CCDの各画素に順に、0, ..., N-1と順番をつけ、j番目の画素を通過する交線がZ軸となす角度を θ とすると、

【0021】

[数3]

$$\frac{N}{2} \tan(\theta - \alpha) = \left(\frac{N}{2} - j \right) \tan\left(\frac{w}{2}\right)$$

【0022】

が成立する。尚、第8図では、Y軸について捨象している。そこで、任意のY = mライン目のj番目の画素について式3が成立するとすると、式3から、画素jに対応する角度 θ を求めることができる。即ち、j番目の画像データを $I''(x, j)$ で表すと、これを (x, θ) 空間の画像データ I' に変換し、 $u = \tan \theta$ によりさらに (x, u) 空間の画像データ I に変換するものとする、

【0023】

[数4]

$$I''(x, j) = I'(x, \theta) = I(x, u)$$

となる。

u と x とは適当に量子化する。例えば、 x 軸に関しては、隣り合う2つの光線の x 軸上での間隔を求め、この間隔で量子化する。また、 u 軸に関しては、カメラ視点位置からの2つの隣接画素のなす角度の正接で量子化する。

【0024】

このようにすると、第10図に示すように、光線空間データは直線上に離散的にサンプルされた点となる。

【0025】

仮想空間でユーザあるいは物体が高速に移動する時の移動の滑らかさは、描画フレームレートに依存する。即ち、描画フレームレートが速いほどユーザあるいは物体は滑らかに仮想空間を移動しているような感覚になり、遅いとギクシャクした動きとなり空間内での移動に違和感を感じるようになる。従って、ユーザあるいは物体の移動速度が早い場合にも滑らかな仮想空間の移動を実現するには、描画レートを向上させる必要がある。しかしながら、これは光線空間データから再構成する画像の総画素数を増大させる事を意味し、そのため、描画が間に合わない懼れがある。そこで、本実施形態では、第10図でのサンプルレートを変更する。即ち、2つおきの画素のサンプルが描画に間に合うほどに適当ならば、2つおきにサンプルする。ユーザの移動速度は、本実施形態では、マウスの移動速度で検出する。この速度を v cm/sとすると、このときの描画に対する負荷の程度は、 $k \cdot v$ (k は所定の定数)となる。サンプルレート n は可能な限り大きな値に設定すべきである。負荷 $k \cdot v$ に対応するサンプルレート n (画素おき)は、負荷 $k \cdot v$ の関数である。サンプルレート n は、それ以下に設定したならば、描画が間に合わないような数値であって、本システムの描画速度と負荷 $k \cdot v$ の値に応じて前もって決定することができる。このような n が決定されたならば、第10図において n サンプル点毎に光線空間データをサンプルする。 n 画素おきのサンプリングにより処理データ量を減らして、ユーザあるいは物体の移動やスクロールに対処する。尚、データ量を減らして解像度が劣化しても、ユーザあるいは物体が空間内を移動中は、それを観察しているユーザの視覚特性、すなわち、動きのある物体やシーンに対してそれらの細部の識別能力は低下するので、解像度の低下し

た空間は問題とはならない。

【0026】

第11図は、本実施形態のシステム構成を示す。第11図に示したハード構成は通常のワークステーションの構成である。図中、特に、ディスク25には光線空間データが第9図のように大量に記憶されている。このシステムでは、ユーザに仮想空間をCRT23上に提示するものである。このとき、ユーザはマウス28を操作してその仮想空間を自由にウオークスルーしたり、仮想空間中の物体を操作（移動や回転など）することができる。ウオークスルーあるいは物体を操作する速度は、マウス28の移動速度である。第12図は、第11図のシステムの制御手順を示す。

【0027】

ステップS2でシステムが起動されると、ステップS4で、マウス28に対するユーザの操作に基づいて、マウスの移動方向と移動量 v とが求められる。ステップS6では、CRT23の表示範囲の大きさから画像サイズを決定する。ステップS8では、サンプルレート n （画素）をマウスの移動量 v から決定して、このサンプルレート n （画素）で光線空間データをディスク25から読み出して画像を再構成する。

【0028】

ステップS10では、画像拡大を行う。この拡大は、ステップS8で行われた画像再構成は、サンプルレート n での間引きであるから画像は縮小する。そこで、ステップS6で決定した画像サイズとなるように、画像の拡大を行うもので、周知のハードウェアであるテクスチャマップ24を用いて行う。こうすることにより画像補間が行われて求める解像度での画像表示が実現する。

【0029】

本発明は更に種々変形が可能である。

【0030】

変形例1：

上記実施形態では、同じサイトにある光線空間データ形式の画像データベースから画像を再構成する場合をあげたが、本発明は、データベースがネットワ

ークを介して遠隔にある場合にも適用可能である。それは、本システムをネットワークを介して利用している場合、ネットワークの負荷により転送レートが変動することが、上記実施形態において観測者（ユーザ）がウォークスルーする際にその移動速度に描画レートが間に合わない場合と同じ問題が発生するからである。即ち、ネットワークを介すると、画像の変化もしくは動きが少なくても、フレームレートが下がるので、受信側の画像処理装置のCPUは余裕があるもののデータがこないで、ギクシャクした映像になるという問題である。このような問題の対処に本発明を適用すると、送信側と受信側との間の画像データのサンプリングレートをネットワークのデータ転送速度に応じて設定することにより、映像的には画質劣化が起こるものの、動きの滑らかな映像を提供することが可能になる。

【0031】

変形例2：

移動速度の検出はマウス以外でも可能である。要は、ウォークスルーやスクロールなどの移動速度が検出されればよい。

【0032】

また、上記実施形態では、ユーザの移動速度に対する負荷の増加を線形と仮定したが、この形式に制限されない。例えば、解像度（画像の総画素数）を速度の自乗に反比例するように設定しても良い。さらには、実際に実測値を求めて決定してもよい。

【0033】

変形例3：

上記実施形態では、光線空間データは計算によって求めていたが、前もってテーブル化したRAMやROMを用いても良い。

【0034】

変形例4：

表示装置はCRTに限られない。レンティキュラタイプやHMDタイプの表示装置に適用できる。

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、光線空間データなどの画像データによる仮想空間がコンピュータによる処理負荷の大きなものであっても、サンプリングレートを下げて解像度を下げることにより、負荷増大を抑えることができる。特に、負荷処理の増大が例えばユーザ操作による仮想空間の移動や仮想空間中の物体の移動によって起こるものであれば、サンプリングレートを下げることによる解像度の低下は、ユーザの視覚にとっては問題とはならない。尚、解像度の低下分は画素補間によって補われるので、画質の劣化はある程度に抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 光線空間データを生成する原理を説明する図。

【図 2】 実空間でのデータを説明する図。

【図 3】 図 2 の空間が光線空間データによって表されたときの図。

【図 4】 カメラが複数ある時の実空間データを生成する原理を説明する図。

【図 5】 カメラが複数ある時の光線空間データを生成する原理を説明する図。

【図 6】 カメラが複数ある時の光線空間データから実空間を再構成する原理を説明する図。

【図 7】 カメラが複数ある時の光線空間データから実空間を再構成する原理を説明する図。

【図 8】 実施形態における量子化を説明する図。

【図 9】 実施形態における光線空間データの記憶を説明する図。

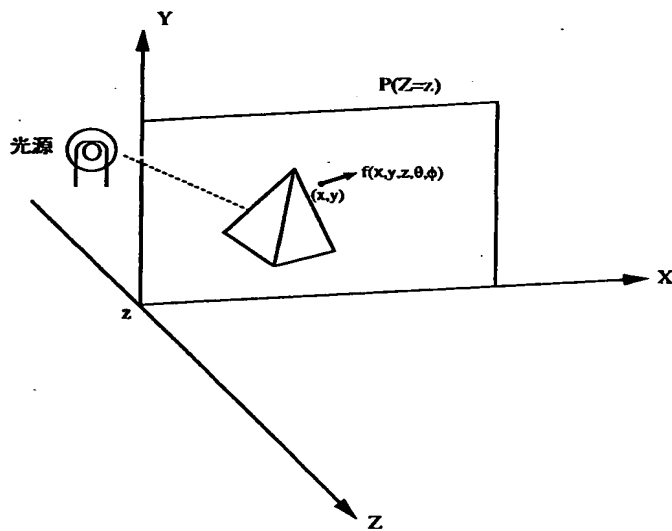
【図 10】 実施形態における光線空間データのサンプリング記憶を説明する図。

【図 11】 実施形態のハード構成を示すブロック図。

【図 12】 実施形態の制御手順を示すフローチャート。

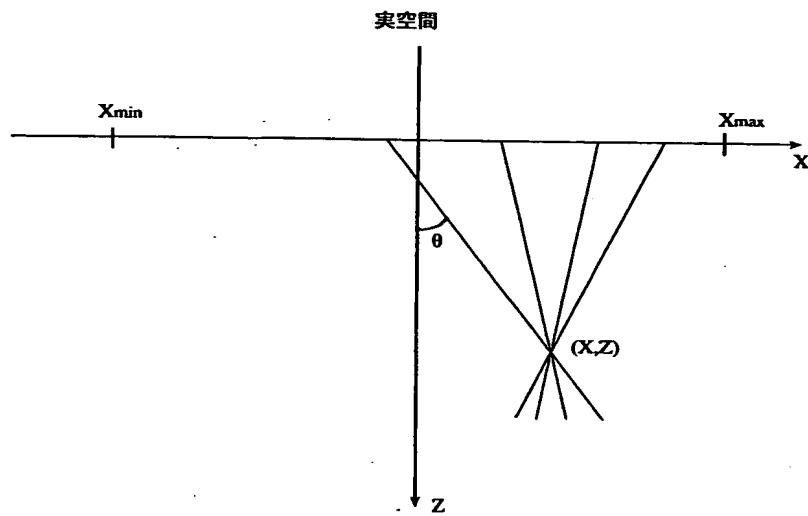
【書類名】 図面

【図 1】

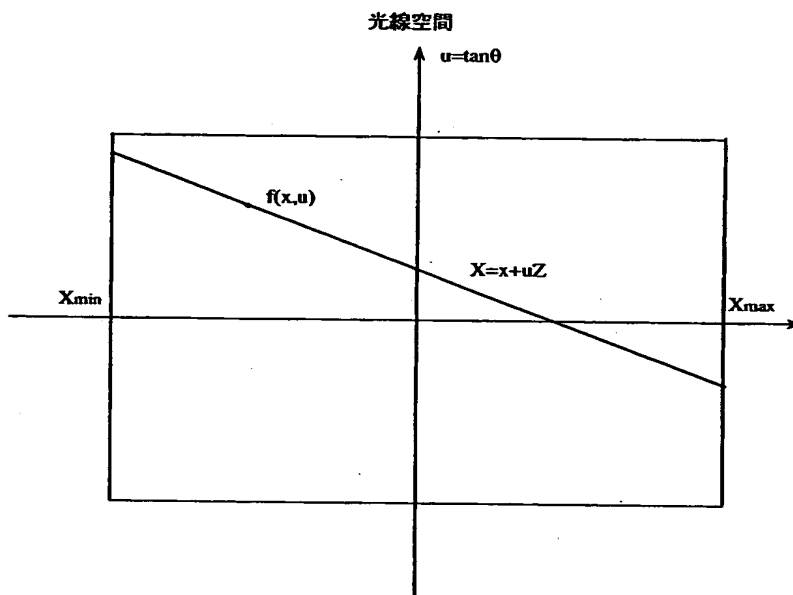


第 1 図

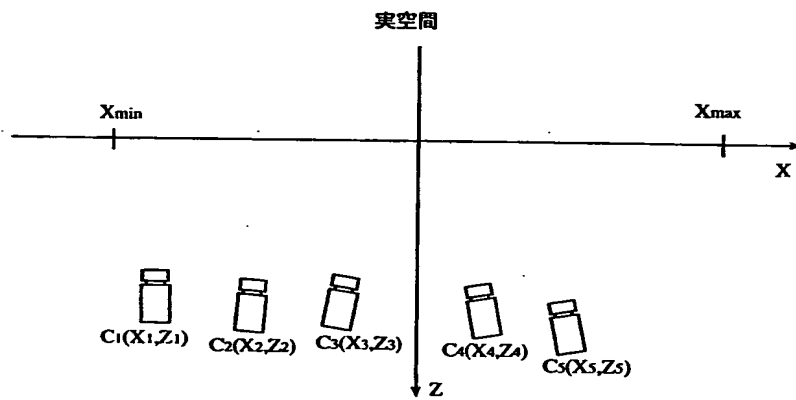
【図 2】



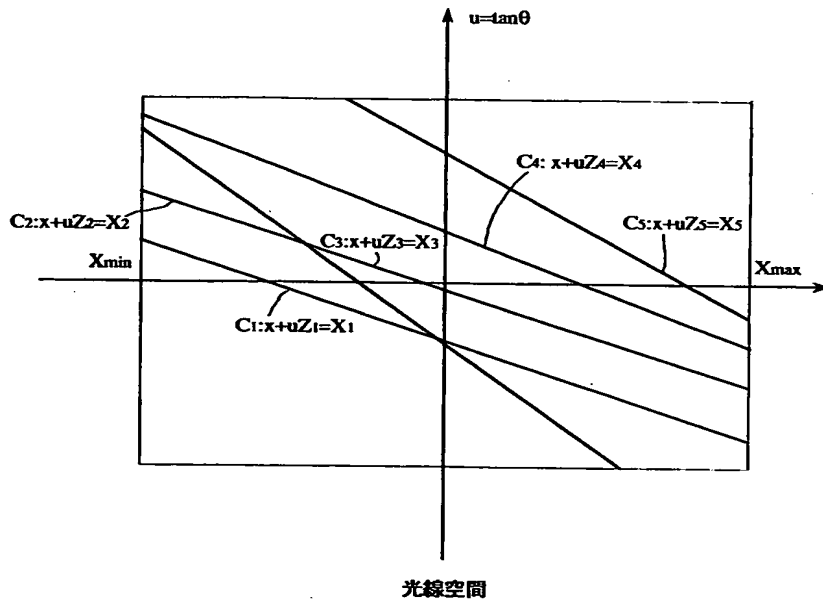
【図 3】



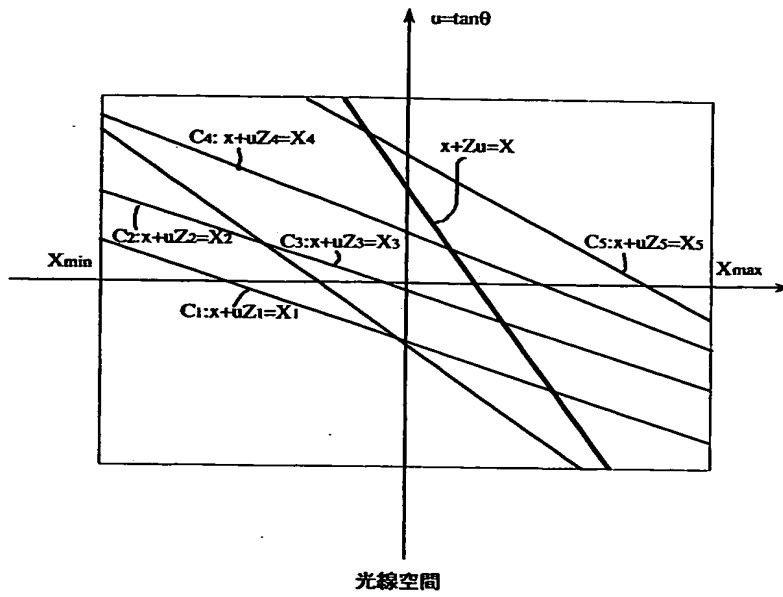
【図 4】



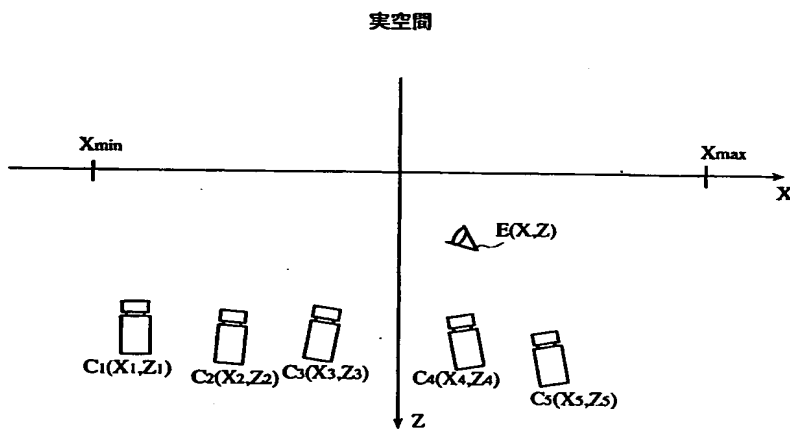
【図 5】



【図 6】

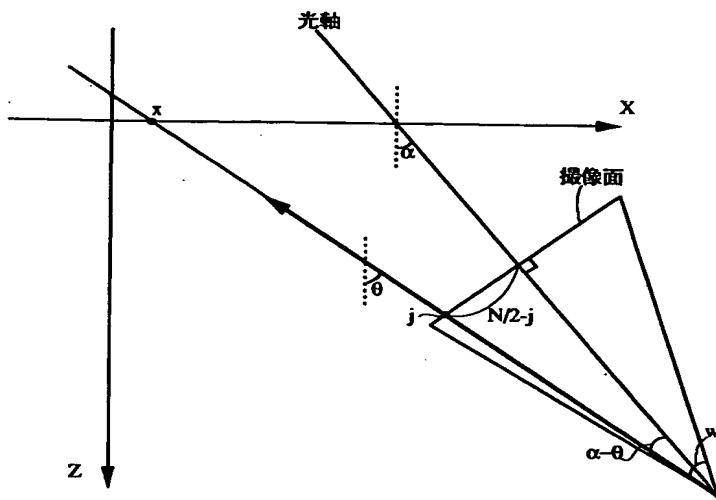


【図 7】

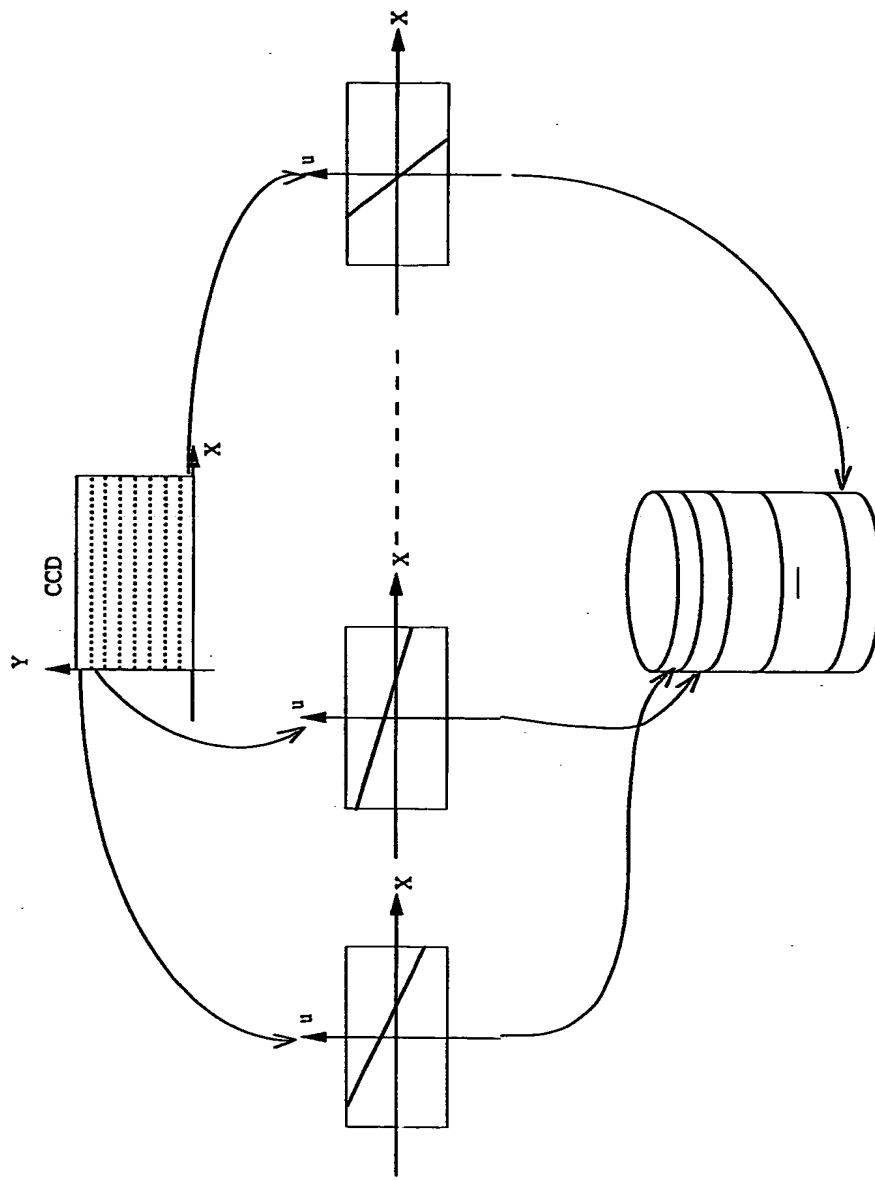


【図 8】

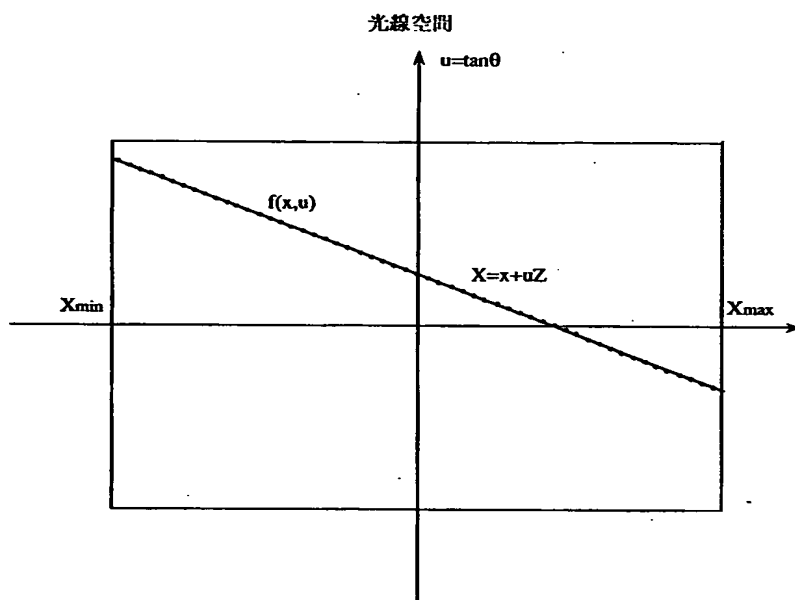
第 8 図



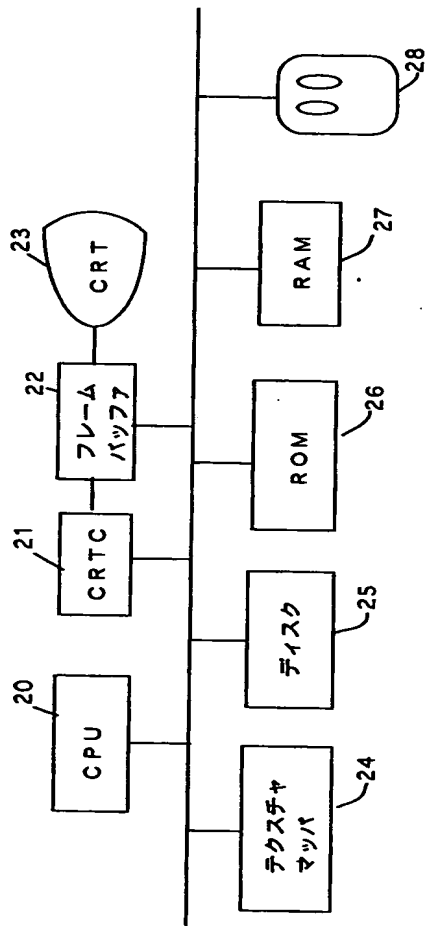
【図 9】



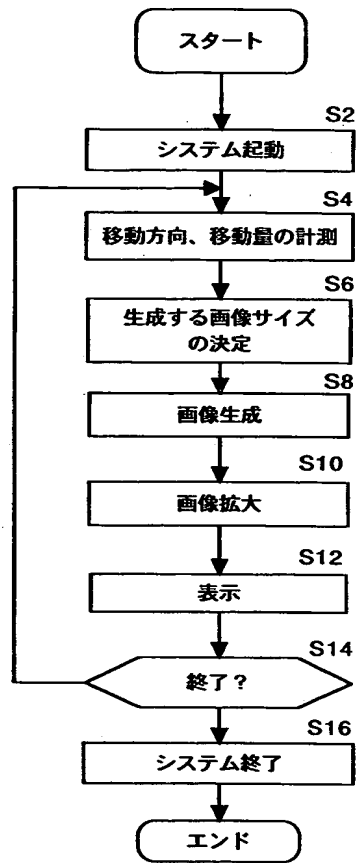
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 仮想空間をウォークスルーあるいは仮想空間中の物体の操作に際して、描画フレームレートに影響がでずに且つ、所望の画像サイズで表示する画像処理装置。

【解決手段】 量子化された空間情報が付加された画像情報を画素毎に記録した記録手段と、仮想空間を移動する速度に対応したサンプリングレートを設定する設定手段と、前記設定手段により設定されたサンプリングレートに従って前記記録手段から画像情報を読み出して画像を再構成する再構成手段と、表示に必要な画像の解像度を下回る解像度で画像を再構成するときには、表示に必要な画像の解像度になるように画素を補間する補間手段とを具備する。

【選択図】 図 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [397024225]

1. 変更年月日	1997年 5月 7日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
氏 名	株式会社エム・アール・システム研究所